

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-029922

(43)Date of publication of application : 28.01.2000

(51)Int.Cl.

G06F 17/50
G06T 17/40

(21)Application number : 10-198452

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 14.07.1998

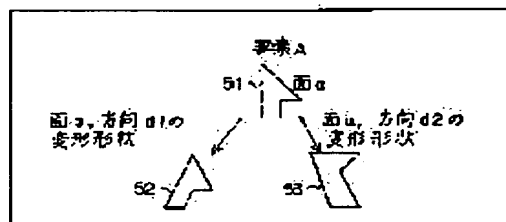
(72)Inventor : UJIE KAZUYUKI

(54) DEVICE FOR VERIFYING INTERFERENCE BETWEEN PARTS IN DEVICE AND METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently check feasibility of assembly by operating interference verification under the consideration of the deformation of a part in the design stage of a device constituted of plural parts.

SOLUTION: Shape definition data 51 and deformed shape data 52 and 53 of the element A of a part are stored in a library. When a face (a) of the element A receives a force in a direction d1 from the other parts, the deformed shape data 52 are substituted and displayed for the shape definition data 51, and when the face (a) of the element A receives a force in a direction d2, the deformed shape data 53 are substituted and displayed for the shape definition data 51. Then, interference verification is operated by using the changed shape.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3415447

[Date of registration] 04.04.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-29922

(P2000-29922A)

(43)公開日 平成12年1月28日(2000.1.28)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
G 0 6 F 17/50		G 0 6 F 15/60	6 2 8 A 5 B 0 4 6
G 0 6 T 17/40			6 2 6 A 5 B 0 5 0
			6 3 2
		15/62	3 5 0 K

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平10-198452

(22)出願日 平成10年7月14日(1998.7.14)

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72)発明者 氏家 一行

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 100074099

弁理士 大曾 義之 (外1名)

Fターム(参考) 5B046 AA07 BA05 CA00 FA00 FA07
JA01

5B050 AA04 BA18 CA00 EA19

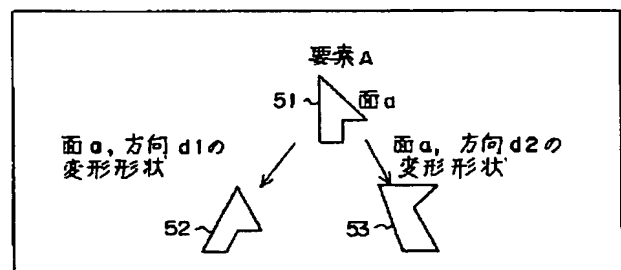
(54)【発明の名称】 装置における部品間の干渉を検証する干渉検証装置および方法

(57)【要約】

【課題】 複数の部品から成る装置の設計段階において、部品の変形を考慮した干渉検証を行って、組立の可否を効率よくチェックすることが課題である。

【解決手段】 ライブラリに部品の要素Aの形状定義データ51と、変形形状データ52、53を格納しておき、要素Aの面aが他の部品から方向d1の力を受けたとき、形状定義データ51を変形形状データ52に置き換えて表示する。また、要素Aの面aが方向d2の力を受けたとき、形状定義データ51を変形形状データ53に置き換えて表示する。そして、変更された形状を用いて干渉検証を行う。

第1のライブラリを示す図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の部品から成る装置における部品間の干渉検証を行う干渉検証装置であって、前記複数の部品の形状情報を用いて、該複数の部品の位置関係をシミュレートするシミュレーション手段と、前記複数の部品のうち少なくとも 1 つの部品の変形形状情報を格納する格納手段と、前記少なくとも 1 つの部品が他の部品に接触したとき、前記変形形状情報を用いて該少なくとも 1 つの部品の形状を変更する変形手段と、変更された形状に基づいて、前記複数の部品間の干渉状態を検証する検証手段とを備えることを特徴とする干渉検証装置。

【請求項 2】 前記少なくとも 1 つの部品の変更された形状を表示する表示手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 記載の干渉検証装置。

【請求項 3】 前記シミュレーション手段が前記複数の部品のうちの 1 つを移動させる過程で、移動した部品が他の部品と接触したとき、前記変形手段は、接触した 2 つの部品のうち少なくとも一方が変形可能かどうかを判定し、前記格納手段から変形可能な部品の変形形状情報を取り出すことを特徴とする請求項 1 記載の干渉検証装置。

【請求項 4】 前記シミュレーション手段が前記移動した部品を目標位置まで移動させたとき、前記変形手段は、前記変形可能な部品の変更された形状を元の形状に戻し、前記検証手段は、該元の形状に基づいて、前記複数の部品間の干渉状態を検証することを特徴とする請求項 3 記載の干渉検証装置。

【請求項 5】 前記格納手段は、あらかじめ決められた干渉条件に応じて前記変形形状情報を格納し、前記変形手段は、接触した 2 つの部品の状態を表す干渉条件に対応する変形形状情報を選択することを特徴とする請求項 1 記載の干渉検証装置。

【請求項 6】 前記格納手段は、材質、干渉面、および干渉方向のうち少なくとも 1 つ以上の情報を前記干渉条件として用いて、前記変形形状情報を格納することを特徴とする請求項 5 記載の干渉検証装置。

【請求項 7】 前記格納手段は、弾性変形、剛体の変形、および塑性変形のうち少なくとも 1 つ以上の変形に対応する変形形状情報を格納することを特徴とする請求項 1 記載の干渉検証装置。

【請求項 8】 複数の部品から成る装置の組立過程における部品間の干渉検証を行う干渉検証装置であって、前記複数の部品の形状情報を用いて、該複数の部品の位置関係をシミュレートするシミュレーション手段と、前記複数の部品のうち少なくとも 1 つの部品の変形形状情報を格納する格納手段と、前記シミュレーション手段が前記複数の部品のうちの 1 つを組立経路に沿って移動させる過程で、前記少なくと

も 1 つの部品が他の部品に接触したとき、前記変形形状情報を用いて該少なくとも 1 つの部品の形状を変更する変形手段と、

変更された形状に基づいて、前記複数の部品間の干渉状態を検証する検証手段とを備えることを特徴とする干渉検証装置。

【請求項 9】 複数の部品から成る装置の分解過程における部品間の干渉検証を行う干渉検証装置であって、前記複数の部品の形状情報を用いて、該複数の部品の位置関係をシミュレートするシミュレーション手段と、前記複数の部品のうち少なくとも 1 つの部品の変形形状情報を格納する格納手段と、前記シミュレーション手段が前記複数の部品のうちの 1 つを分解経路に沿って移動させる過程で、前記少なくとも 1 つの部品が他の部品に接触したとき、前記変形形状情報を用いて該少なくとも 1 つの部品の形状を変更する変形手段と、変更された形状に基づいて、前記複数の部品間の干渉状態を検証する検証手段とを備えることを特徴とする干渉検証装置。

【請求項 10】 第 1 および第 2 の物体の形状情報を用いて、該第 1 および第 2 の物体の位置関係をシミュレートするシミュレーション手段と、第 1 の物体の変形形状情報を格納する格納手段と、前記第 1 の物体が前記第 2 の物体に接触したとき、前記変形形状情報を用いて該第 1 の物体の形状を変更する変形手段と、変更された形状に基づいて、前記第 1 の物体と前記第 2 の物体の干渉状態を検証する検証手段とを備えることを特徴とする干渉検証装置。

【請求項 11】 複数の部品から成る装置における部品間の干渉検証を行うコンピュータのためのプログラムを記録した記録媒体であって、前記複数の部品の形状情報を用いて、該複数の部品の位置関係をシミュレートするステップと、前記複数の部品のうちの 1 つを移動させるステップと、移動した部品が他の部品と接触したとき、接触した 2 つの部品のうち少なくとも一方の部品の変形形状情報を用いて、該少なくとも一方の部品の形状を変更するステップと、変更された形状に基づいて、前記複数の部品間の干渉状態を検証するステップとを含む処理を前記コンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 12】 コンピュータのためのプログラムを記録した記録媒体であって、第 1 および第 2 の物体の形状情報を用いて、該第 1 および第 2 の物体の位置関係をシミュレートするステップと、前記第 1 の物体を移動させるステップと、

前記第1の物体が前記第2の物体と接触したとき、該第1および第2の物体のうち少なくとも一方の物体の変形状態を用いて、該少なくとも一方の物体の形状を変更するステップと、

変更された形状に基づいて、前記第1の物体と前記第2の物体の干渉状態を検証するステップとを含む処理を前記コンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項13】 複数の部品から成る装置における部品間の干渉検証を行う干渉検証方法であって、
10 前記複数の部品のうち少なくとも1つの部品の変形状態情報をあらかじめ作成し、
前記複数の部品の形状情報を用いて、該複数の部品の位置関係をシミュレートし、
前記複数の部品のうちの1つを移動させ、
移動した部品が他の部品と接触したとき、接触した2つの部品のうち少なくとも一方の部品の変形状態情報を用いて、該少なくとも一方の部品の形状を変更し、
変更された形状に基づいて、前記複数の部品間の干渉状態を検証することを特徴とする干渉検証方法。

【請求項14】 第1および第2の物体のうち少なくとも一方の物体の変形状態情報をあらかじめ作成し、
第1および第2の物体の形状情報を用いて、該第1および第2の物体の位置関係をシミュレートし、
前記第1の物体を移動させ、
前記第1の物体が前記第2の物体と接触したとき、前記少なくとも一方の物体の変形状態情報を用いて、該少なくとも一方の物体の形状を変更し、
変更された形状に基づいて、前記第1の物体と前記第2の物体の干渉状態を検証することを特徴とする干渉検証方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、物体間における干渉の検証技術に係り、より詳しくは、複数の部品から成る装置の設計段階において、組立時に発生する部品間の干渉を検証する干渉検証装置およびその方法に関する。

【0002】

【従来の技術とその問題点】電子機器等の装置の実際の組立においては、2つの部品を組み合わせる際、部品の弾性を利用する方法がとられることがある。このとき、一方の部品に力を加え、他方の部品の突出部（要素）を変形させて、両者を組み合わせる。例えば、図25のように部品1と部品2を組み合わせる場合、部品1を部品2に押し付けて、部品2の突出部3、4を同時に変形させてから、部品1を部品2にはめ込む。これにより、突出部3、4が部品1のくぼみ5、6に入り込み、変形前の状態に戻る。

【0003】このような部品同士の組立においては、組み立てられた状態で3次元CAD（computer-aided des

ign）の干渉チェック機能を用いて干渉チェックを行い、それぞれの部品が組立可能であるかどうかを検証する。その結果、部品2の突出部3、4が部品1のくぼみ5、6に入っているので、干渉状態は検出されず、組立可能と判断することができる。

【0004】また、近年の3次元CADシステムは、プロセッサの処理能力の向上に伴い、上述のような組み立てられた状態での干渉チェックではなく、組立経路を含めた動的な干渉チェックが可能となってきている。一方、上述のような部品同士の組立においては、一方の部品が一時的に変形した後、所定の位置で元の形状に戻り、両者が組み合わせられる。したがって、動的な干渉チェックが可能な3次元CADを用いた組立シミュレーションにおいても、組立可能という判定結果が得られることが望ましい。

【0005】しかしながら、従来の部品間干渉検証システムでは、各部品を剛体とみなして干渉検証を行うため、部品の変形まで考慮して組立の可否をチェックすることはできない。したがって、図25のように、実際には組立が可能な場合でも、部品1と部品2は干渉するとみなされ、組立不可能という判定結果しか得られない。

【0006】これに対して、組立シミュレーションを部品の構造解析と組み合わせる方法も考えられる。この場合、組立シミュレーションにおいて部品同士が接触した時点で、接触した突出部の構造解析計算を行う。この方法では、接触した部品間の距離計算に構造解析の数値計算が加わるため、処理速度が遅くなるという問題がある。

【0007】このように、従来の組立シミュレーションでは、本来、組立可能な場合でも、組立不可能と評価したり、正確な判定結果を得るために多大な計算時間を必要としたりする問題がある。

【0008】本発明の課題は、複数の部品から成る装置の設計段階において、部品の変形を考慮した干渉検証を行って、組立の可否を効率よくチェックする干渉検証装置およびその方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】図1は、本発明の干渉検証装置の原理図である。図1の干渉検証装置は、シミュレーション手段11、格納手段12、変形手段13、および検証手段14を備え、複数の部品から成る装置における部品間の干渉検証を行う。

【0010】シミュレーション手段11は、上記複数の部品の形状情報を用いて、それらの部品の位置関係をシミュレートし、格納手段12は、それらの部品のうち少なくとも1つの部品の変形状態情報を格納する。

【0011】変形手段13は、上記少なくとも1つの部品が他の部品に接触したとき、上記変形状態情報を用いて少なくとも1つの部品の形状を変更し、検証手段14は、変更された形状に基づいて、上記複数の部品間の干

渉状態を検証する。

【0012】部品の形状情報とは、例えば、3次元CADにより生成された3次元モデルデータに対応し、部品の形状を表す。シミュレーション手段11は、各部品の形状情報を用いて、3次元空間におけるそれらの部品の位置関係を表現する。また、部品の変形状態情報とは、部品が外部から受ける力等の要因により変形したときの形状を表すデータに対応し、あらかじめ作成されて、格納手段12に格納されている。

【0013】シミュレーション手段11によるシミュレーションの過程で、1つの部品が移動して他の部品と接触したとき、それらの2つの部品のうち少なくとも一方の部品の変形状態情報が格納手段12に格納されていれば、変形手段13は、その変形状態情報を用いて対応する部品の形状を変更する。これにより、それらの2つの部品の関係が変化して、干渉しなくなる場合がある。検証手段14は、変更された形状に基づいて、形状の変更された部品と他の部品の間の干渉チェックを行い、その結果を出力する。

【0014】このような干渉検証装置によれば、装置の組立シミュレーション等において2つの部品が接触したときでも、いずれかの部品を変形させることにより、これらの部品の干渉を解除して、シミュレーションを続行することができる。そして、変形後の部品が他の部品と干渉を起こさなければ、組立可能と判定することができる。したがって、設計段階における組立可否の判定精度が向上する。

【0015】また、変形状態情報があらかじめ作成／保存されているため、部品同士が接触する度に複雑な構造解析計算を行う必要がなく、干渉検証を高速に行うことができる。

【0016】例えば、図1のシミュレーション手段11は、後述する図2の組立シミュレータ25に対応し、図1の格納手段12は図2のライブラリ28に対応し、図1の変形手段13は図2の干渉検証部29および表示制御部30に対応し、図1の検証手段14は図2の干渉検証部29に対応する。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本発明の実施の形態を詳細に説明する。本発明の干渉検証装置は、次のような機能を備える。

- (1) 2つの部品が衝突した時に、それらが弾性体のように変形可能な要素を含むかどうかを判定する機能
- (2) 変形可能な要素の変形状態を、ライブラリとして管理する機能
- (3) 変形可能な要素の変形状態を、力の加わる方向に応じて、ライブラリから選択する機能
- (4) 選択された変形後の形状に基づき、部品間の干渉を検証する機能
- (5) 変形した要素を元の状態に戻し、最終組立状態を

表現する機能

このように、変形可能な要素の形状をあらかじめライブラリに登録しておけば、組立時における部品の変形を容易にシミュレートすることができ、時間のかかる構造解析を行わなくても、変形後の形状による干渉検証を行うことができる。したがって、変形可能な要素を含む部品の組立の可否を、正確かつ高速にチェックすることが可能になる。設計段階で正確な組立チェックが行われれば、不具合の早期発見が可能となり、試作段階に移行してから設計段階に差し戻される設計手戻りが回避される。

【0018】図2は、本発明の干渉検証装置の構成図である。図2の干渉検証装置は、例えば、コンピュータを用いて構成され、表示装置21、入力装置22、印刷装置23、インタフェース部24、組立シミュレータ25、作業領域26、ライブラリアクセス部27、およびライブラリ28を備える。

【0019】組立シミュレータ25は、干渉検証部29および表示制御部30を含み、メモリ上の作業領域26を用いて必要な処理を実行する。組立シミュレータ25、干渉検証部29、および表示制御部30は、プログラムにより記述されたソフトウェアコンポーネントに対応する。

【0020】設計者は、3次元CAD31を用いて、装置（製品）を構成する部品を設計し、それらの形状や位置関係を表現する3次元モデルデータ32を作成する。組立シミュレータ25は、インタフェース部24を介して、3次元モデルデータ31を読み込み、指定された順序および組立経路で部品を組み立てるシミュレーションを行う。

【0021】ここで、組立経路とは、例えば、特開平9-311883（「機械装置の設計／製造工程支援装置」）において説明されているように、製品の組立過程において、組み付けようとする部品が現在位置から目標位置まで移動する経路を表す。

【0022】干渉検証部29は、組立シミュレーションにおいて2つの部品が衝突した時に、それらが変形可能な要素を含むかどうかをチェックする。そのような要素を含む部品があれば、ライブラリアクセス部27を介して、ライブラリ28からその部品の変形後の形状を取り出し、元の形状と置き換える。そして、変形後の形状に基づいて、部品間の干渉を検証する。

【0023】表示制御部30は、組立シミュレーションにおける各段階の製品の組立状態を、インタフェース部24を介して、表示装置21の画面に表示する。ライブラリ28の情報により部品が変形された場合は、変形後の部品の形状を表示した後、その部品が他の部品と組み合わせられた後の状態を表示する。入力装置22は、ユーザからの指示や情報の入力に用いられ、印刷装置23は、製品の組立状態等の情報の出力に用いられる。ユー

ずは、設計者と同一である場合とそうでない場合とがある。

【0024】図3は、干渉検証に用いられるライブラリ28の構成例を示している。図3のライブラリは、要素定義テーブル41と変形形状定義テーブル42から成る。要素定義テーブル41の要素名は、3次元モデルデータ32に含まれる各部品の一部分を表す要素のうち、変形可能なものの識別情報を表し、要素形状は、各要素の設計時（変形前）の形状を表す形状定義データを記述している。また、材質は、各要素の材質の識別情報を表し、干渉面は、各要素において、組立時に他の部品と干渉する可能性のある面の識別情報を表す。また、方向は、干渉面に力が加わる方向を表し、変形形状定義テーブル42の対応するエントリへのポインタ43を含んでいる。

【0025】また、変形形状定義テーブル42の干渉条件は、要素定義テーブル41の対応する材質、干渉面、および方向の識別情報を表し、変形形状は、各要素の変形後の形状を表す変形形状データを記述している。このような構成によれば、変形形状データは、材質、干渉面、および方向の組み合わせによって変更することができる。ここでは、材質の相違は、要素の弾性の相違に対応している。

【0026】要素定義テーブル41に登録されていない要素と、登録されていても変形形状定義テーブル42に対応する変形形状データが格納されていない要素については、干渉が発生しても変形しないものとみなされる。

【0027】例えば、図25の部品2の突出部3の場合は、干渉面と方向を干渉条件として、図4に示すような情報がライブラリに格納される。図4において、要素名Aと形状定義データ51は要素定義テーブル41に格納され、変形形状データ52、53は変形形状定義テーブル42に格納される。

【0028】変形形状データ52は、図5に示すように、他の部品54が組立経路に沿って方向d1に移動し、突出部3の面aと接触したとき、突出部3が部品54から受ける力によって変形した後の形状を表している。また、変形形状データ53は、図6に示すように、他の部品55が組立経路に沿って方向d2に移動し、突出部3の面aと接触したとき、突出部3が部品55から受ける力によって変形した後の形状を表している。

【0029】このように、干渉面および組立経路の方向毎に異なる変形形状を定義しておくことで、干渉が検出された時点における実際の組立方向に応じて変形形状を選択することができ、よりフレキシブルな干渉検証が行われる。

【0030】また、突出部3の材質まで考慮して干渉検証を行う場合は、干渉面、方向、および材質を干渉条件として、図7に示すような情報がライブラリに格納される。図7において、要素名Aと形状定義データ61は要

素定義テーブル41に格納され、変形形状データ62、63、64、65は変形形状定義テーブル42に格納される。

【0031】変形形状データ62は、要素Aの材質がm1で、組立経路の方向がd1で、干渉面がaのときの変形形状を表し、変形形状データ63は、要素Aの材質がm1で、組立経路の方向がd2で、干渉面がaのときの変形形状を表す。また、変形形状データ64は、要素Aの材質がm2で、組立経路の方向がd1で、干渉面がaのときの変形形状を表し、変形形状データ65は、要素Aの材質がm2で、組立経路の方向がd2で、干渉面がaのときの変形形状を表す。

【0032】このように、材質毎、干渉面毎、および組立経路の方向毎に異なる変形形状を定義しておくことで、干渉が検出された時点における実際の組立方向と干渉部品の材質に応じて変形形状を選択することができ、よりフレキシブルな干渉検証が行われる。

【0033】次に、図2の干渉検証装置の動作をより詳細に説明する。まず、干渉時に形状を1回だけ変更する単一段階干渉検証について説明する。図8は、単一段階干渉検証処理のフローチャートである。

【0034】まず、組立シミュレータ25は、組立チェックの対象となる部品群の3次元モデルデータ32を、インタフェース部24を通して作業領域26に取り込み（ステップS1）、表示制御部30は、各部品の初期状態を表示装置21に表示する（ステップS2）。

【0035】次に、ユーザは、マウス等の入力装置22を用いて、組立対象部品を選択し、その最終位置までの組立経路を指定する。組立シミュレータ25は、選択された部品を指定された経路に沿って移動させながら（ステップS3）、最終位置に到達したかどうかを判定する（ステップS4）。

【0036】最終位置に到達していなければ、干渉検証部29は、移動する途中で他の部品との干渉（接触）が発生したかどうかを判定する（ステップS5）。そして、他の部品との干渉を検出すると、干渉相手の部品の要素が既に変形後の形状に置き換えられているかどうかを判定する（ステップS6）。

【0037】干渉相手が変形されていなければ、次に、ライブラリアクセス部27を用いてライブラリ28を検索し、その要素が変形を許す要素として登録されているかどうかを調べる（ステップS7）。ここでは、まず、要素定義テーブル41の要素名を調べ、干渉相手の要素が登録されているかどうかを判定する（ステップS8）。

【0038】要素定義テーブル41に登録されていれば、次に、干渉状態に合わせてその要素の材質、干渉面、および干渉方向を選択し、ポインタ43を用いて変形形状定義テーブル42にアクセスする。そして、選択した干渉条件に対応する変形形状が登録されているかど

うかを判定する（ステップS9）。

【0039】変形形状定義テーブル42に変形形状が登録されていれば、表示制御部30は、その変形形状データを用いて、作業領域26上で干渉相手の要素の元の形状を変形形状に置き換え、変形後の形状を表示する（ステップS10）。そして、元の形状を作業領域26内の退避領域に退避させる。その後、組立シミュレータ25は、ステップS3以降の処理を繰り返す。ステップS5において、他の部品との干渉が発生していない場合も、ステップS3以降の処理が繰り返される。

【0040】例えば、図5に示したような組立経路に沿って部品54が突出部3に接触した場合は、突出部3の要素名Aをキーとして図4のようなライブラリが検索され、実際の干渉面aおよび方向d1に対応する変形形状52が選択される。そして、最初に読み込まれた元の形状51が変形形状52と置き換えられ、変形形状52が表示されて、元の形状51は退避させられる。

【0041】また、突出部3の材質がm1であり、図7のようなライブラリを用いた場合は、実際の材質m1、干渉面a、および方向d1に対応する変形形状62が選択される。そして、最初に読み込まれた元の形状61が変形形状62と置き換えられ、変形形状62が表示されて、元の形状61は退避させられる。

【0042】ステップS6において、干渉相手の部品の要素が既に変形後の形状に置き換えられている場合は、干渉検証部29は、その要素はそれ以上変形しないものとみなす。そして、表示制御部30は、「干渉発生」の情報を、インタフェース部24を通して表示装置21に表示し（ステップS11）、処理を終了する。

【0043】ステップS8において、干渉相手の要素が要素定義テーブル41に登録されていない場合、およびステップS9において、変形形状が変形形状定義テーブル42に登録されていない場合も、その要素は変形しないものとみなされ、「干渉発生」の情報が表示されて（ステップS11）、処理が終了する。

【0044】また、ステップS4において、選択された部品が最終位置に到達したとき、干渉検証部29は、退避領域に退避させてある元の形状を復元するかどうかをユーザに問い合わせる（ステップS12）。ユーザが復元を指示すると、変形形状を元の形状と置き換え、表示制御部30は、元の形状を表示する（ステップS13）。

【0045】その後、干渉検証部29は、元の形状を用いて、最終組立状態における干渉チェックを行い（ステップS14）、表示制御部30は、その結果を表示して（ステップS15）、処理を終了する。最終組立状態において干渉が検出されなければ、指定された組立経路の組立が可能であるという判定結果が表示される。また、ステップS12において、ユーザが復元を指示しなければ、変形形状を用いてステップS14以降の処理を行

う。

【0046】次に、干渉時に形状を2回以上変更する多段階干渉検証について説明する。図9は、最終位置までに干渉が2回発生する組立経路の例を示している。この組立経路に沿って方向d1に部品71を移動させると、他の部品の突出部72の2つの面a、bと部品71との間で干渉が発生する。まず、図10に示すように、部品71が面aと干渉し、突出部72が変形した後、図11に示すように、部品71が面bと干渉し、突出部72がさらに変形する。

【0047】この場合、干渉面と方向を干渉条件として、図12に示すような情報がライブラリに格納される。図12において、要素名Bと形状定義データ73は要素定義テーブル41に格納され、変形形状データ74、75は変形形状定義テーブル42に格納される。

【0048】変形形状データ74は、図10に示したように、他の部品71が組立経路に沿って方向d1に移動し、突出部72の面aと接触したとき、突出部72が部品71から受ける力によって変形した後の形状を表している。また、変形形状データ75は、図11に示したように、他の部品71が組立経路に沿って方向d1に移動し、突出部72の面bと接触したとき、突出部72が部品71から受ける力によって変形した後の形状を表している。

【0049】図13は、多段階干渉検証処理のフローチャートである。図13において、ステップS21、S22、S23、S24、S25、S26、S27、S28、S29、S30、S32、S33、S34、S35、およびS36の処理は、図8に示した処理と同様である。ステップS31が、新たに付け加えられた処理に相当する。

【0050】ステップS26において、干渉相手の部品の要素が既に変形後の形状に置き換えられている場合は、干渉検証部29は、現在の干渉面が既に干渉した面であるかどうかを判定する（ステップS31）。それが既に干渉した面であれば、その要素はそれ以上変形しないものとみなして、ステップS32の処理を行う。また、それが既に干渉した面でなければ、その要素はさらに変形する可能性があるものとみなして、ステップS27以降の処理を行い、ライブラリを検索する。

【0051】例えば、図9に示したような組立経路に沿って部品71が突出部72の面aに接触した場合は、突出部72の要素名Bをキーとして図12のようなライブラリが検索され、干渉面aおよび方向d1に対応する変形形状74が選択される。そして、元の形状73が変形形状74と置き換えられ、変形形状74が表示されて、元の形状73は退避させられる。

【0052】その後、部品71が突出部72の面bに接触すると、図12のライブラリが再び検索されて、干渉面bおよび方向d1に対応する変形形状75が選択され

る。そして、既に表示されている変形状74が変形状75と置き換えられ、変形状75が表示される。その後、ステップS34において元の形状を復元する場合は、元の形状73が用いられる。

【0053】この組立経路の場合は、干渉が2つの面で発生するため2段階の干渉検証が行われるが、干渉がN個の面で発生する場合も、同様の手順でN段階の干渉検証が行われる。

【0054】ところで、以上の組立例では、主として、部品が弾性により変形する場合を想定しているが、本実施形態の干渉検証処理は、その他の任意の形状変更についても適用することができる。

【0055】例えば、部品が剛体とみなされる場合、弾性変形による変形状の代わりに、あらかじめ決められた省略形状をライブラリ28に登録しておくことで、同様の組立チェックを行うことができる。この場合、干渉検証部29は、干渉発生時に、省略形状を用いて干渉相手を変形させ、最終組立状態において、それを元の形状に戻して干渉チェックを実行する。

【0056】図14は、剛体の部品同士を組み合わせる組立経路の例を示している。この組立経路に沿って部品81を突出部82にはめ込むとき、両者の間で干渉が発生する。しかし、実際には、突出部82にはバネ機構83、84が組み込まれており、これらの位置で折れ曲がるように設計されている。そして、部品81を最終位置まで移動させると、図15に示すように、折れ曲がった部分が自律的に元に戻り、部品81と突出部82が組み合わせられる。

【0057】このような突出部82については、図16に示すような情報がライブラリに格納される。図16において、要素名Cと形状定義データ85は要素定義テーブル41に格納され、変形状データ86は変形状定義テーブル42に格納される。この変形状データ86は、突出部82の省略形状を表している。

【0058】図14に示したように、他の部品81が組立経路に沿って移動し、突出部82と接触したとき、図17に示すように、突出部82が元の形状から省略形状に置き換えられて、干渉検証が実行される。そして、最終組立状態では、図18に示すように、突出部82が省略形状から元の形状に復元されて、干渉チェックが実行される。

【0059】また、部品が塑性体で作成され、組立作業により塑性変形を起こす場合、弾性変形による変形状の代わりに、あらかじめ決められた塑性変形後の形状をライブラリ28に登録しておくことで、同様の組立チェックを行うことができる。この場合、干渉検証部29は、干渉発生時に、塑性変形後の形状を用いて干渉相手を変形させ、最終組立状態において、それを元の形状に戻して干渉チェックを実行する。

【0060】図19は、塑性変形を利用して部品同士を

組み合わせる組立経路の例を示している。この組立経路に沿って部品91を突出部92にはめ込むとき、両者の間で干渉が発生する。しかし、実際には、図20に示すように、突出部92が組立時に塑性変形を起こして、部品91に組み合わせられるように設計されている。

【0061】このような突出部92については、図21に示すような情報がライブラリに格納される。図21において、要素名Dと形状定義データ93は要素定義テーブル41に格納され、変形状データ94は変形状定義テーブル42に格納される。この変形状データ94は、突出部92の塑性変形後の形状を表している。

【0062】図19に示したように、他の部品91が組立経路に沿って移動し、突出部92と接触したとき、突出部92が元の形状から塑性変形後の形状に置き換えられて、干渉検証が実行される。この場合、最終組立状態においても、図20に示したように、変形状が保持され、元の形状は復元されない。

【0063】以上説明した実施形態において、ライブラリ28に登録する変形状データの作成方法は任意であるが、例えば、次のいずれかの方法を用いることができる。

(1) 構造解析プログラムを用いて、設計された部品の各面に各方向から力を加えた時の形状を計算し、得られた形状のデータを変形状データとして利用する。図22は、構造解析により得られた変形状の例を示している。図22において、破線は変形前の形状を表し、実線は変形後の形状を表す。

(2) 経験的に変形状が推定できる場合、あるいはあらかじめ変形状が決められている場合は、そのデータをそのまま変形状データとして利用する。

【0064】また、以上の実施形態において、弾性体の例としては、例えば、ゴムやプラスチックが挙げられ、剛体の例としては、例えば、金属やセラミックが挙げられ、塑性体の例としては、例えば、プラスチックが挙げられる。図3の要素定義テーブル41の材質の識別情報を用いれば、これらの性質の違いを区別することができ、それぞれに対応する変形状を登録しておくことができる。

【0065】また、要素定義テーブル41では、材質、干渉面、および方向の組み合わせを干渉条件として、対応する変形状データを指定しているが、干渉面に加わる力の大きさや部品の移動速度等の他の条件を干渉条件として用いてもよい。一般に、干渉条件として用いるパラメータの数は任意である。

【0066】また、図8および図13の干渉検証処理では、移動させた部品の干渉相手の要素を変形させて処理を続けているが、その代わりに、移動させた部品の要素を変形させて処理を続けても構わない。この場合、ライブラリ28内で移動させた部品の要素を検索し、対応する変形状を取り出して、元の形状と置き換える処理を

行う。接触した2つの部品のどちらを変形させるかは、ユーザが指定してもよく、あらかじめ決められたアルゴリズムによりシステムが自動的に決めてもよい。両方の部品が変形するようなアルゴリズムも考えられる。

【0067】さらに、本発明の干渉検証処理は、単に装置の組立シミュレーションにおいてだけでなく、3次元モデルを利用したあらゆる物体間の干渉チェックにおいて利用される。例えば、複数の部品から成る装置を決められた分解経路にしたがって分解する場合にも、同様の干渉検証を行って、分解の可否をチェックすることができる。ここで、分解経路とは、装置の分解過程において、取り外そうとする部品が現在位置から目標位置まで移動する経路を表す。

【0068】ところで、図2の干渉検証装置は、図23に示すような情報処理装置（コンピュータ）を用いて構成することができる。図23の情報処理装置は、CPU（中央処理装置）101、メモリ102、入力装置103、出力装置104、外部記憶装置105、媒体駆動装置106、およびネットワーク接続装置107を備え、それらはバス108により互いに接続されている。

【0069】メモリ102は、例えば、ROM（read only memory）、RAM（random access memory）等を含み、処理に用いられるプログラムとデータを格納する。CPU101は、メモリ102を利用してプログラムを実行することにより、必要な処理を行う。

【0070】図2の組立シミュレータ25、干渉検証部29、および表示制御部30は、プログラムにより記述されたソフトウェアコンポーネントに対応し、メモリ102内の特定のプログラムコードセグメントに格納される。また、図2の作業領域26は、メモリ102内の特定の記憶領域に対応する。

【0071】入力装置103は、例えば、キーボード、ポインティングデバイス、タッチパネル等であり、ユーザからの指示や情報の入力に用いられる。出力装置104は、例えば、ディスプレイや印刷装置等であり、ユーザへの問い合わせ、処理結果等の出力に用いられる。入力装置103は、図2の入力装置22に対応し、出力装置104は、図2の表示装置21および印刷装置23に対応する。

【0072】外部記憶装置105は、例えば、磁気ディスク装置、光ディスク装置、光磁気ディスク（magneto-optical disk）装置等である。この外部記憶装置105に、上述のプログラムとデータを保存しておき、必要に応じて、それらをメモリ102にロードして使用することもできる。また、外部記憶装置105は、ライブラリ28や3次元モデルデータ32を格納するデータベースの役割も果たす。

【0073】媒体駆動装置106は、可搬記録媒体109を駆動し、その記録内容にアクセスする。可搬記録媒体109としては、メモ리카ード、フロッピーディス

ク、CD-ROM（compact disk read only memory）、光ディスク、光磁気ディスク等、任意のコンピュータ読み取り可能な記録媒体が用いられる。この可搬記録媒体109に上述のプログラムとデータを格納しておき、必要に応じて、それらをメモリ102にロードして使用することもできる。

【0074】ネットワーク接続装置107は、LAN（local area network）等の任意のネットワーク（回線）を介して外部の装置と通信し、通信に伴うデータ変換を行う。また、必要に応じて、上述のプログラムとデータを外部の装置から受け取り、それらをメモリ102にロードして使用することもできる。

【0075】図24は、図23の情報処理装置にプログラムとデータを供給することのできるコンピュータ読み取り可能な記録媒体を示している。可搬記録媒体109や外部のデータベース110に保存されたプログラムとデータは、メモリ102にロードされる。そして、CPU101は、そのデータを用いてそのプログラムを実行し、必要な処理を行う。

【0076】

【発明の効果】本発明によれば、複数の部品から成る装置の設計段階において、部品の変形を考慮した干渉検証を行って、装置の組立／分解の可否を効率よくチェックすることができる。これにより、設計段階における組立／分解シミュレーションの精度が向上し、試作段階における設計手戻りが削減されるため、製品開発期間の短縮に寄与するところが多い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の干渉検証装置の原理図である。

【図2】干渉検証装置の構成図である。

【図3】ライブラリの構成を示す図である。

【図4】第1のライブラリを示す図である。

【図5】第1の方向を示す図である。

【図6】第2の方向を示す図である。

【図7】第2のライブラリを示す図である。

【図8】第1の干渉検証処理のフローチャートである。

【図9】多段階の干渉がある組立経路を示す図である。

【図10】第1の面との干渉を示す図である。

【図11】第2の面との干渉を示す図である。

【図12】第3のライブラリを示す図である。

【図13】第2の干渉検証処理のフローチャートである。

【図14】剛体の組立経路を示す図である。

【図15】最終組立状態を示す図である。

【図16】第4のライブラリを示す図である。

【図17】省略形状を示す図である。

【図18】元の形状を示す図である。

【図19】塑性変形を利用した組立経路を示す図である。

【図20】塑性変形を示す図である。

- 【図21】第5のライブラリを示す図である。
 【図22】構造解析の結果を示す図である。
 【図23】情報処理装置の構成図である。
 【図24】記録媒体を示す図である。
 【図25】弾性を利用した組立例を示す図である。

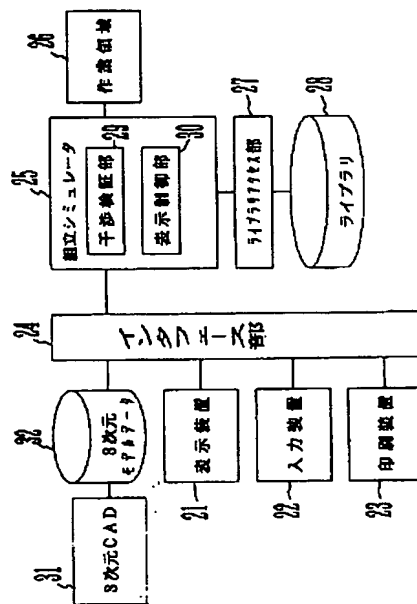
【符号の説明】

- 1、2、54、55、71、81、91 部品
 3、4、72、82、92 突出部
 5、6 くぼみ
 11 シミュレーション手段
 12 格納手段
 13 変形手段
 14 検証手段
 21 表示装置
 22 入力装置
 23 印刷装置
 24 インタフェース部
 25 組立シミュレータ
 26 作業領域
 27 ライブラリアクセス部
 28 ライブラリ

- 29 干渉検証部
 30 表示制御部
 31 3次元CAD
 32 3次元モデルデータ
 41 要素定義テーブル
 42 変形状状定義テーブル
 43 ポインタ
 51、61、73、85、93 形状定義データ
 52、53、62、63、64、65、74、75、8
 10 6、94 変形状状データ
 83、84 パネ機構
 101 CPU
 102 メモリ
 103 入力装置
 104 出力装置
 105 外部記憶装置
 106 媒体駆動装置
 107 ネットワーク接続装置
 108 バス
 20 109 可搬記録媒体
 110 データベース

【図2】

干渉検証装置の構成図



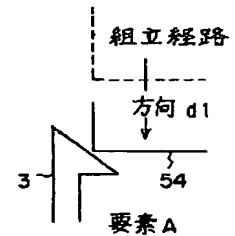
【図3】

ライブラリの構成を示す図

要素定義テーブル		変形状状定義テーブル	
要素名	要素形状	干渉条件	変形状状
A	元の形状 空間データ 記述	材質 m1 - 面 a - 方向 d1	変形状状データ記述
		材質 m1 - 面 a - 方向 d2	変形状状データ記述
	
B	元の形状 空間データ 記述	材質 m1 - 面 a - 方向 d1	変形状状データ記述
		材質 m1 - 面 a - 方向 d2	変形状状データ記述
	

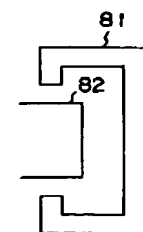
【図5】

第1の方向を示す図



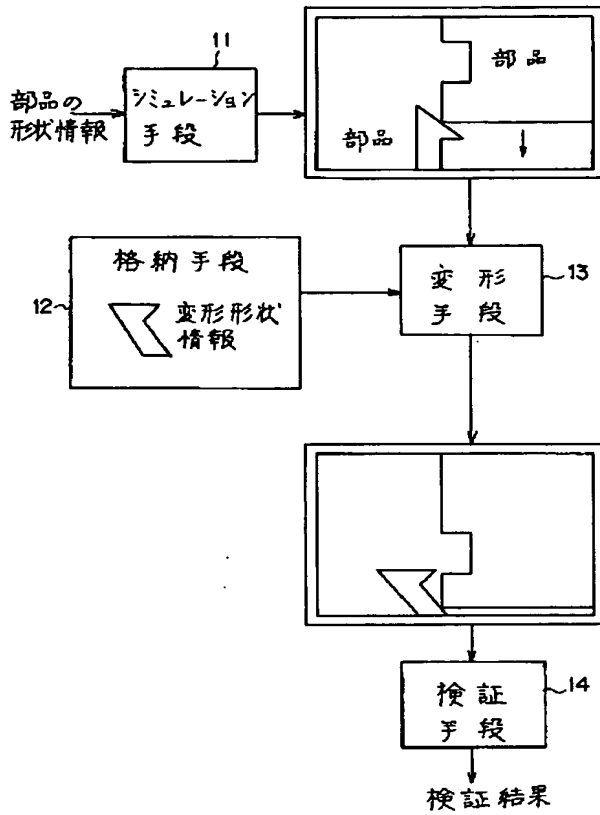
【図17】

省略形状を示す図



【図1】

本発明の原理図

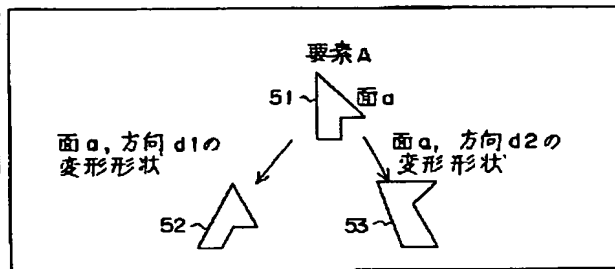


【図6】

第2の方向を示す図

【図4】

第1のライブラリを示す図

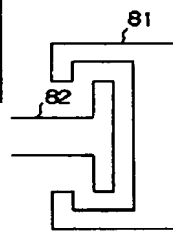


【図18】

元の形状を示す図

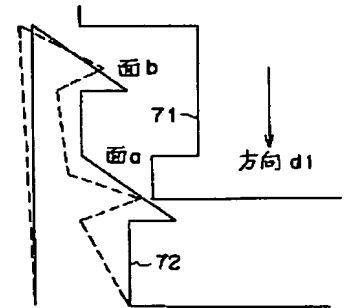
【図10】

第1の面との干渉を示す図



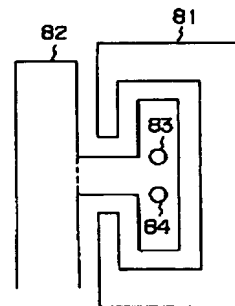
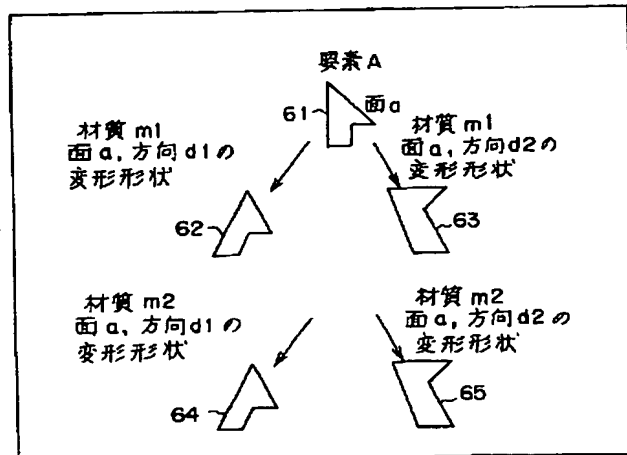
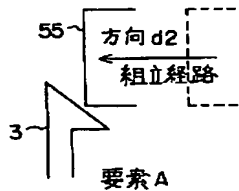
【図7】

第2のライブラリを示す図



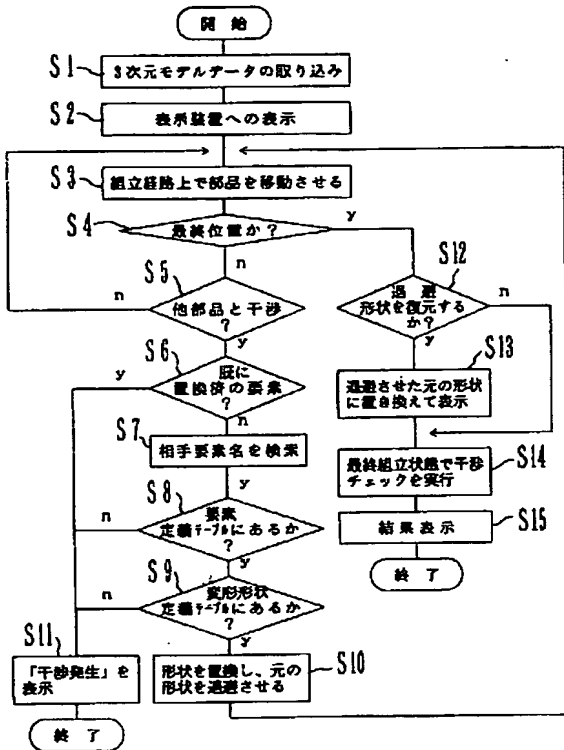
【図15】

最終組立状態を示す図



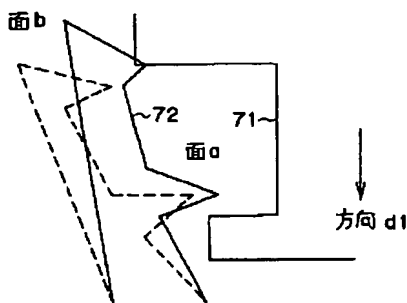
【図8】

第1の干渉検証処理のフローチャート



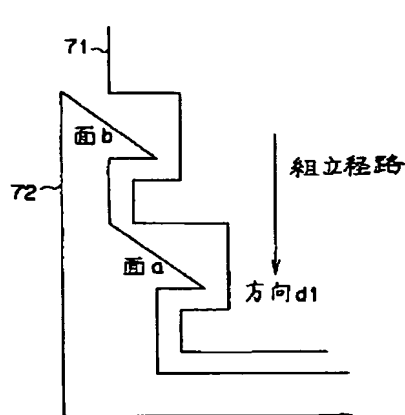
【図11】

第2の面との干渉を示す図



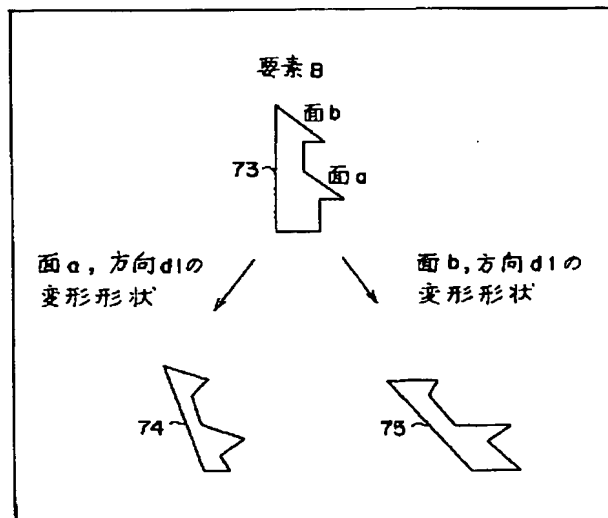
【図9】

多段階の干渉がある
組立経路を示す図



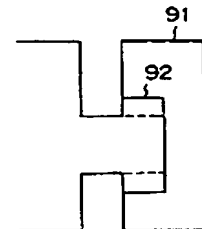
【図12】

第3のライブラリを示す図



【図20】

塑性変形を示す図

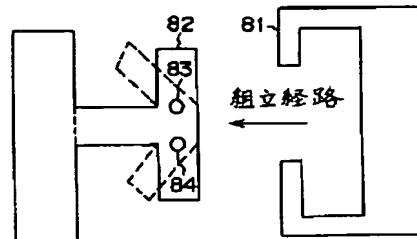
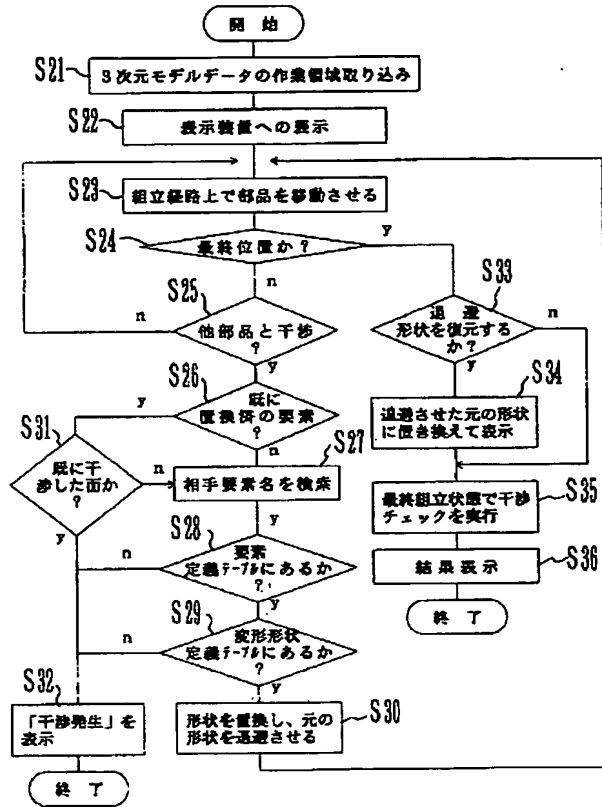


【図13】

【図14】

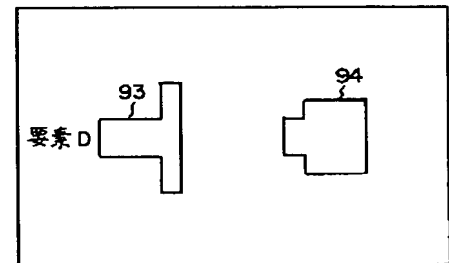
第2の干渉検証処理のフローチャート

剛体の組立経路を示す図



【図2.1】

第5のライブラリを示す図



【図16】

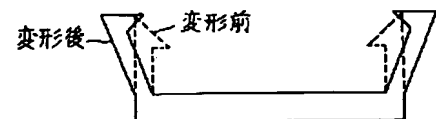
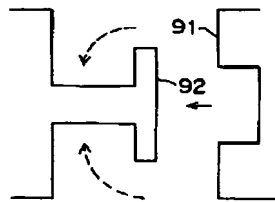
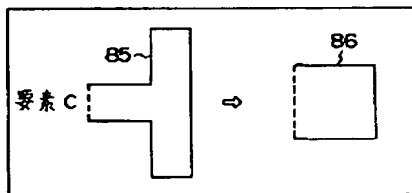
【図19】

第4のライブラリを示す図

塑性変形を利用した組立経路を示す図

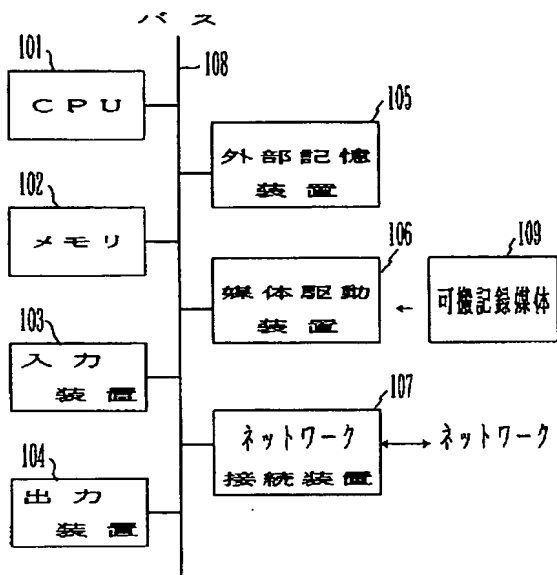
【図22】

構造解析の結果を示す図



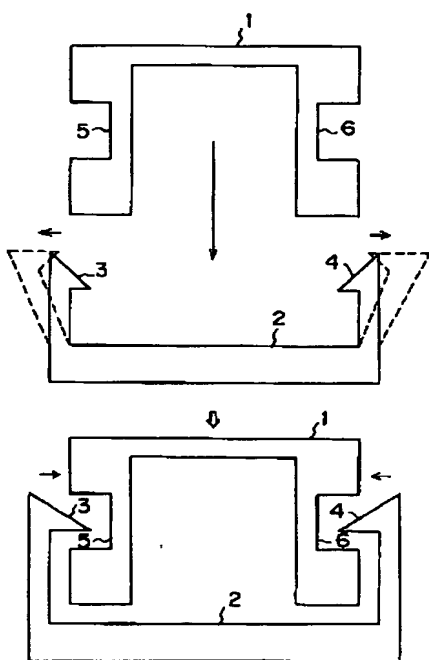
【図23】

情報処理装置の構成図



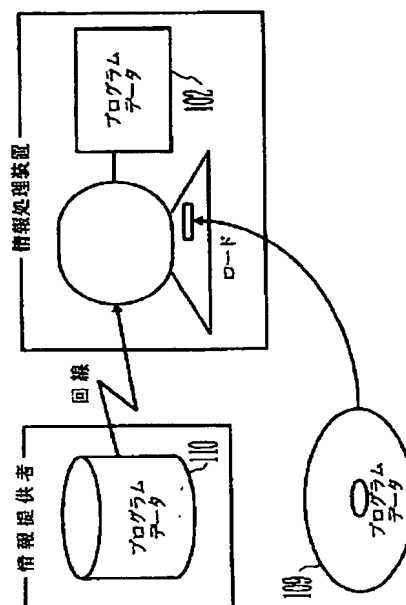
【図25】

弾性を利用した組立例を示す図



【図24】

記録媒体を示す図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.